

## חשיבותה של אנטומיה

Kelly Stanford<sup>1</sup>, Sharon Rutland<sup>2</sup>, Craig J. Sturrock<sup>3†</sup>, Catrin Sian Rutland<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>המכון לאנרגיה ולסביבה, אוניברסיטת הול, קינגסטון על הול, בריטניה

<sup>2</sup>מורה ועורכת משנה עצמאית, בית הספר לביו-מדעים, אוניברסיטת נוטינגהם, נוטינגהם, בריטניה

<sup>3</sup>מתקן האוספילד, בית הספר לביו-מדעים, אוניברסיטת נוטינגהם, נוטינגהם, בריטניה

<sup>4</sup>בית הספר לרפואה ולמדע וטרינריים, בית הספר לביו-מדעים, אוניברסיטת נוטינגהם, נוטינגהם, בריטניה

### סוקרים צעירים

AMELIE  
גיל: 12



HRISHIKA  
גיל: 12



PRIYANKA  
גיל: 12



### פיזיולוגיה (Physiology)

חקר האופן שבו אורגניזמים חיים מתפקדים ופועלים. לדוגמה, כיצד גוף האדם ואיבריו מתפקדים.

אנטומיה היא מדע העוסק מבנה גופם של חיות ובני אדם לרבות כלי דם, איברים, השלד והעצבים. האם אי פעם תהיתם מהיכן מגיע מידע אנטומי בספרי מדע ובאתרים ברשת? מתי התחילה סקרנותנו לגבי הגוף, ומדוע אנשים עדיין חוקרים אותו? מי מלמד רופאים, אחיות, מנתחים וטרינרים ומומחי בריאות נוספים לגבי הגוף? כיצד אנטומיה היוותה השראה לאומנות, ולהפך? המאמר הזה מתבונן על העולם המדהים של אנטומיה: מהי אנטומיה; מדוע היא נדרשת; מדוע היא חשובה; מי לומד אנטומיה, מי מלמד אותה ומי חוקר את התחום, ומה צופן העתיד עבור המדע המרתק הזה.

### מהי אנטומיה?

אנטומיה היא חקר מבנה הגוף. זהו ענף במדע שחוקר איברים, עצמות, מבנים ותאים שקיימים בחיות ובבני אדם. ענף מדעי קשור נקרא פיזיולוגיה, שמסייעת לנו להבין את התפקודים של חלקים שונים בגוף, אך הבנת האנטומיה היא חיונית לפיזיולוגיה.

## אנטומיה גסה (Gross Anatomy)

התבוננות במבנה/ אנטומיה במצב שבו אפשר לראות את האובייקטים באמצעות העין בלבד, ללא צורך במיקרוסקופ.

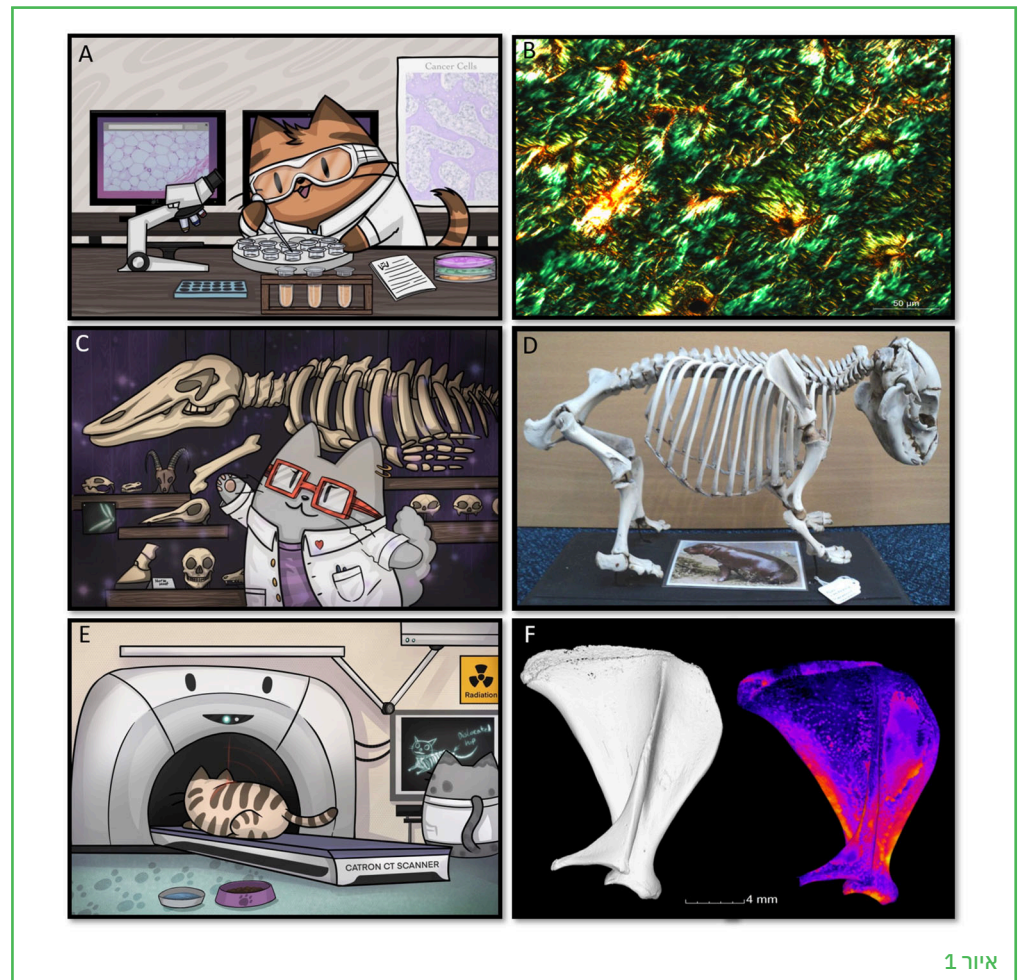
## היסטולוגיה (Histology)

חקר של תאים ושל הגוף באמצעות מיקרוסקופ.

למידע נוסף על תאי דם, קראו את מאמרנו "כלי דם מתחת למיקרוסקופ" [1].

### איור 1

(A) מיקרוסקופים משמשים להתבוננות בתאים וברקמות. (B) תאי לב אמיתיים כפי שנראים מתחת למיקרוסקופ. (C) אנטומיסטים חוקרים עצמות ומרכיבים מחדש שלדים. (D) מבנה השלד של היפופוטם קטן. (E) טומוגרפיה ממוחשבת (לעיתים קרובות נקראת סריקת CAT) משמשת לראות את החלק הפנימי של חיות ובני אדם. (F) עצמות של חזיר ים נבחנות באמצעות טומוגרפיה ממוחשבת.



איור 1

## עשר מערכות הגוף

אנטומיסטים (חוקרי אנטומיה) נוהגים לפצל את הגוף לעשר מערכות בסיסיות, במטרה לסייע בתיאור הפעולה של חלקי גוף שונים:

- **שלד** – העצמות, הסחוסים והמפרקים.
- **שריר** – השרירים, שמסייעים לגוף לנוע ולנשום.

- **עצבים** – המוח, עמוד השדרה ותאים שנקראים עצבים, שמעבירים אותות חשמליים בין המוח/ עמוד השדרה לשאר הגוף.
- **נשימה** – הריאות, האף, קנה הנשימה ותאים וצינוריות אחרים שקשורים לנשימה.
- **לב וכלי דם** – הלב, כלי-הדם והדם, שמספקים חמצן וחומרי מזון לגוף ומסירים תוצרי פסולת.
- **לימפה** – צינוריות שנקראות כלי לימפה וכמה איברים וסוגי תאים שמנקזים החוצה נוזלים ומגינים על הגוף.
- **אנדוקרינית** – איברים כמו למשל הבלב, הכבד, האשכים, השחלות ובלוטות שמייצרות/ מווסתות הורמונים ואותות כימיים אחרים.
- **מערכת רבייה גברית ונשית** – איברים שמעורבים ברבייה לרבות הרחם, הדגדגן והפין.
- **שתן** – הכליות ושלפוחית השתן, שמסננות את הדם, מסירות תוצרי פסולת, מייצרות שתן ומפרישות אותו.
- **עיכול** – איברים כמו למשל הפה, הקיבה, המעיין ופי הטבעת, אשר מעכלים וסופגים מזון ומפרישים תוצרי פסולת.

## חקר אנטומיה

במהלך ההיסטוריה היו אנטומיסטים גדולים רבים. קשה להאמין שפעם לא ידענו מה הלב עושה, או שתאי דם אדומים נושאים חמצן ברחבי הגוף. גם כיום איננו יודעים או מבינים כל חלק בגוף. אנטומיסטים ממלאים תפקידים חשובים בפיתוח טכנולוגיות ושיטות חדשות להתבוננות בגוף.

באופן היסטורי, הדרך הטובה ביותר להביט אל תוך הגוף הייתה באמצעות **נְתִיחָה** – חיתוך של הגוף ופתיחתו במטרה לחשוף את תכולתו, שיטה שעדיין מבוצעת היום. לדוגמה, אם מישהו מת, **פתולוג** עשוי להתבונן בתוך הגוף על מנת לגלות את סיבת המוות, ומנתחים צריכים לחתוך את גוף המטופל ולפתוח אותו כשהם מבצעים ניתוח. האנטומיסטים המוכרים הראשונים התבססו אף הם על נתיחת גופות. אף על פי שאנטומיה תורגלה במשך אלפי שנים, אנו לומדים עוד מדי יום. עצמות, שרירים, כלי דם, תאים ותפקודים חדשים עדיין מתגלים על ידי אנטומיסטים.

אם ביקרתם במוזיאון טבע, ייתכן שראיתם שלדים שהוכנו על ידי אנטומיסטים מוכשרים (איור 1C, D, 2A). ייתכן גם שראיתם מודלים תלת-ממדיים של כלי הדם ו/או של כלי לימפה בגוף (איור 2B). מודלים של הגוף כולו או של אזורים מסוימים בגוף מיוצרים גם הם (איור 2C), במטרה לסייע לאנשים נוספים להבין אנטומיה.

החל מהמאה ה-17, נעשה שימוש במיקרוסקופים להגדלת איברים ותאים, ואלו סיפקו תובנות גדולות עוד יותר לגבי איך האיברים והתאים נראים, וכיצד הם פועלים. עם התקדמות הטכנולוגיה, פותחו מיקרוסקופים חזקים יותר. כיום אנו יכולים לראות אובייקטים בהגדלות של פי אלפים מגודלם בפועל.

### נְתִיחָה

#### (Dissection)

הפרדת משהו לפיסות, לדוגמה פתיחת גוף או איבר במטרה לראות את חלקיהם הפנימיים.

### פתולוג

#### (Pathologist)

אדם שחוקר את הגורמים למחלות ואת השפעותיהן, לעיתים קרובות באמצעות גופות, במטרה לאבחן מחלות או להבין את סיבת המוות.

## איור 2

אנטומיה לעיתים קרובות נחקרת ומלומדת באמצעות (A) שלדים, (B) מודלים של כלי דם ו-(C) איברים, במטרה לסייע לתלמידים לחקור ולהבין את הגוף ואת האופן שבו הוא פועל. (D) רנטגן גם יכול לשמש להתבוננות בתוך הגוף. (E) במקרים רבים אנטומיסטים עובדים בצמוד לסוגי מדענים אחרים במטרה לחקור כיצד הגוף פועל.

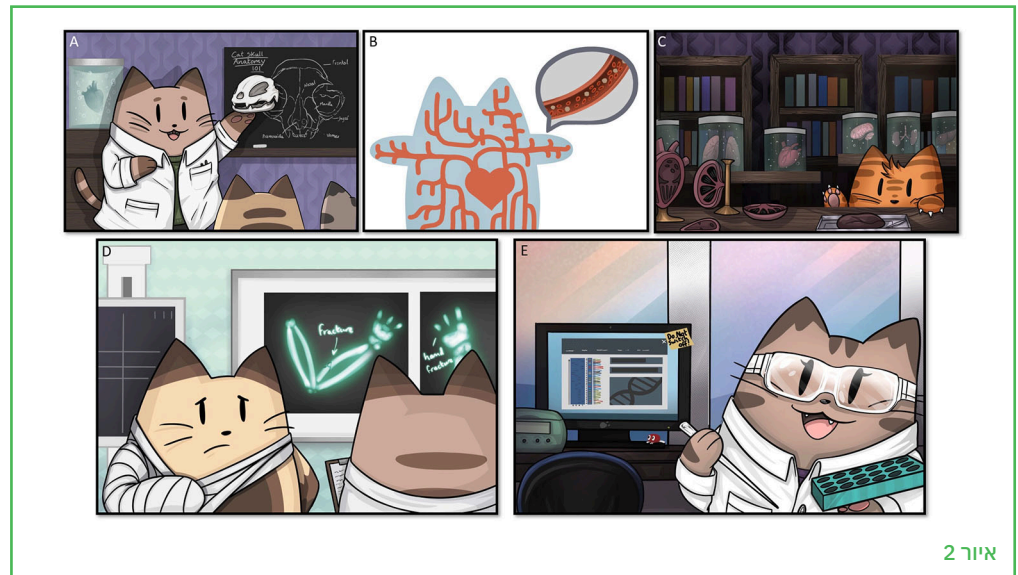
### טומוגרפיה ממוחשבת (Computed Tomography)

נקראת גם CAT; שיטה שבה אובייקט, אדם, או חיה עוברים דימות באמצעות קרני רנטגן רבות, והתמונות מעובדות באמצעות מחשבים.

### דימות תהודה מגנטית (MRI - Magnetic Resonance Imaging)

סורקים שמשתמשים בשדות מגנטיים ובגלי רדיו כדי להפיק תמונות אנטומיות תלת-ממדיות מפורטות (ותמונות של אובייקטים אחרים), בלי לחתוך את הגוף או להשתמש ברנטגן.

<sup>2</sup>אם ברצונכם להתרשם כיצד עצמות של חזירים נראות באמצעות טומוגרפיה ממוחשבת, קראו את מאמרנו שסוקר מבנה של עצמות וגדילתן [2]. ביצענו גם עבודה באמצעות דימות תהודה מגנטית (MRI) במטרה לבחון כיצד עצמות מעורבות בצליעה של קָר [3].



איור 2

באמצעות טכנולוגיות מודרניות כמו למשל **טומוגרפיה ממוחשבת** (שנקראת גם סריקת CAT; **איורים 1E,F**); **דימות תהודה מגנטית** (MRI) ורנטגן (**איור 2D**), אנו יכולים לראות את פנים הגוף של אורגניזמים חיים ומתים ללא צורך לחתוך את הגוף ולפתוח אותו פיזית<sup>2</sup>. שיטות אלה לא רק מסייעות לאנטומיסטים ללמוד על הגוף, אלא גם עוזרות לרופאים לאבחן מחלות ולהבין מגוון של בעיות רפואיות אחרות.

לעיתים קרובות אנטומיסטים משתמשים בשיטות נוספות במטרה להבין את תפקוד הגוף. לדוגמה, הם צריכים להבין כיצד גנים פועלים, וכיצד כל תא ואיבר מתפקדים (**איור 2E**). לא פעם אנטומיסטים פועלים עם מדענים ורופאים אחרים במטרה להבין כיצד תרופות ומחלות שונות משפיעות על הגוף, מה שיכול לסייע לזהות טיפולים ותרופות למחלות. הם גם עובדים עם פתולוגים, עם מדענים משפטיים שמשתמשים במדע במטרה לסייע לפתור פשעים, עם פליאונטולוגים שחוקרים מאובנים ועם ארכיאולוגים, בניסיון לחשוף סיבות למוות או להיכחדות.

## הוראת אנטומיה

ישנם בעלי תפקידים שונים שמלמדים אנטומיה, וכן אנשים רבים שצריכים ללמוד אותה. למידה על הגוף לעיתים קרובות מתחילה בגן הילדים ובבית הספר. שירים כמו למשל "ראש, כתפיים, ברכיים ובהונות" ("heads, shoulders, knees and toes") מסייעים לילדים ללמוד את שמות איברי גופם. אנו לומדים גם על איברים כמו למשל המוח והלב, וכיצד לְשַׁמֵּר אורח חיים בריא כדי לשמור על גופנו פעיל ובכושר. מורים למדעים בבית הספר לעיתים קרובות מלמדים אנטומיה. ניתן גם לעשות תואר אקדמי באנטומיה. אם תלמדו תואר בביוכימיה, רפואה, רפואה וטרינרית, סיעוד, מיילדות, פיזיותרפיה, או כמה תחומים אחרים שקשורים לבריאות, תלמדו אנטומיה. אחרי הכול, אי אפשר לבצע ניתוח בלי לדעת היכן האיברים, כלי הדם, השרירים ואיברי גוף אחרים ממוקמים. ספורטאי צמרת, המאמנים שלהם, המעסים שלהם ותרפיסטים של ספורט גם צריכים ללמוד על איברי הגוף והאופן



שבו הם פועלים. אם תעשו התמחות בספורט בבית הספר, ככל הנראה תלמדו על העצמות והשרירים שמעורבים באתלטיקה.

## אנטומיסטים מפורסמים ואומנות

במהלך ההיסטוריה, הגוף היה מקור השראה לא רק למדע אלא גם לאומנויות. כמה ציורים, ספרים, צילומים ופסלים ראיתם של בני אדם וחיות? אפילו במערה הראשונה ביותר אנשים ציירו גופים אנושיים. מצרים קדמונים עסקו בלב ובכלי הדם בשנת 1600 לפני הספירה. בסביבות 400 לפני הספירה, המדען היווני היפוקרטס נודע כאבי הרפואה וממציא האנטומיה (איור 3A). הרופילוס, שהיה גם הוא יוני אך עבד מרבית חייו במצרים, נודע כאבי האנטומיה, והיה אחד האנשים הראשונים שביתר בני אדם. בית ספר לאנטומיה הוקם ב-300 לפני הספירה באלכסנדריה, מצרים [4]. האישה המתועדת הראשונה שעסקה באנטומיה ובפתולוגיה הייתה אֶלְסֶנְדֶּרָה גִּילְיָנִי במאה ה-14, אך סביר שהיו קודמות לפנייה (איור 3B). נשים היו רופאות ומיילדות זמן רב, אפילו כשהדבר היה אסור או נתפס כשערווייה. כמו כן, נשים רבות חקרו אנטומיה חרף תפיסתה של החברה. בשנת 1847, דוקטור אליזבת' בֶּלְקוֹל הייתה האישה הראשונה שהלכה לבית ספר לרפואה בארצות הברית, ובשנת 1864 דוקטור רֶבֶקָה לִי קְרוֹמְפֶּלר הייתה לרופאה האפרו-אמריקאית הראשונה. בבריטניה, בשנות ה-60 של המאה ה-19, דוקטור אליזבת' גֶּרְט אנדרסון הייתה הרופאה הגלויה הראשונה, אך לפני כן דוקטור ג'יימס קֶרִי גם עסקה ברפואה, אולם כדי לעשות זאת הייתה צריכה להתלבש כמו גבר ולקרוא לעצמה בשם של גבר. למרבה המזל, כיום ישנן נשים רבות שהן אנטומיסטיות ורופאות.

אנטומיסטים מסוימים היו גם אומנים. לאונרדו דה וינצ'י שילב בין אומנות למדע במטרה לסייע להראות את מה שהיה בתוך הגוף, על ידי יצירות אמנות מבריקות (איור 3C). אנה מורנדי מנזוליני הייתה אנטומיסטית ופסלת איטלקייה אחרת (איור 3B). במאה ה-18, היא עבדה במעבדה הביתית שלה, כתבה על איברים, לימדה ויצרה מודלים מפורטים משעווה [5]. פלורנס קֶרָה סבין ואנטומיסטים רבים אחרים עקבו אחרי הדוגמה שלה ולימדו באמצעות מודלים. כיום, אנטומיסטים ברחבי העולם משתמשים במודלים ובאנימציות תלת-ממדיות כדי לסייע בהדרכת סטודנטים.

אנשים מסוימים גם למדו מעט אנטומיה כדי ליצור יצירות אומנות, לדוגמה, קְרִי שְׁלִי כתבה את הנובלה הגאונית שלה "פרנקנשטיין" בגיל 18 בלבד, במאה ה-19 – תקופה שבה נתפס כמזעזע שאישה אפילו תתהה לגבי האופן שבו הגוף פועל.

## מסקנות

כיום, אנו יכולים לבקר במוזיאונים ולהתפעל משלדים וממודלים משעווה, ללמוד מדע ולהעריך את יופיו של גוף האדם. אנטומיה נלמדת על ידי מרבית האנשים בבית הספר, והיא חשובה לא רק ברפואה ובספורט, אלא גם כהשראה לאומנות ולספרות ברחבי העולם. האנטומיסטים של היום משלבים טכנולוגיות ושיטות רבות במטרה לגלות עוד על חיות ובני אדם, ובכך הם מקדמים את תחום הרפואה.

## איור 3

(A) היפוקרטס, שמכונה אבי הרפואה, והרופילוס, שמכונה מייסד האנטומיה, אשר ערך את הנתיחה המתועדת הראשונה, עבדו ביוון העתיקה בסביבות 400 לפני הספירה. (B) הפסלת אנה מורנדי מנזוליני עבדה באיטליה במאה ה-18, יצרה מודלים משעווה, כתבה על איברים ולימדה במעבדה הביתית שלה. האיור מתאר גם את אלסנדרה גליאני שעסקה באנטומיה במאה ה-14, והייתה ידועה בהקשר של נתיחת גופות. (C) ליאונרדו דה וינצ'י היה גאון בתחומים רבים, והיה ידוע בהיותו אנטומיסט, מרצה, חוקר ואומן. הוא גילה עניין רב בלב ובכלי הדם.



איור 3

## תודות

המחברים מבקשים להודות לחברה האנטומית עבור סיוע במימון העבודה הזו באמצעות מענק Public Engagement and Outreach עבור קתרין, שכותרתו "אנטומיה לכול –

הנגשת אנטומיה". אנו גם רוצים להודות לאיגוד המדע הבריטי ולאוניברסיטת נוטינגהם על שהעניקו לקתרין את מענק המחקר 2019 BSA Media Fellowship.

## מקורות

1. Machado, M., Mitchell, C., Franklin, J., Thorpe, A., and Rutland, C. 2020. Blood vessels under the microscope. *Front. Young Minds* 8:151. doi: 10.3389/frym.2019.00151
2. Witkowska, A., Alibhai, A., Hughes, C., Price, J., Klisch, K., Sturrock, C. J., et al. 2014. Computed tomography analysis of guinea pig bone: architecture, bone thickness and dimensions throughout development. *PeerJ* 2:e615. doi: 10.7717/peerj.615
3. Newsome, R., Green, M. J., Bell, N. J., Chagunda, M. G. G., Mason, C. S., Rutland, C. S., et al. 2016. Linking bone development on the caudal aspect of the distal phalanx with lameness during life. *J. Dairy Sci.* 99:4512–25. doi: 10.3168/jds.2015-10202
4. Pearce, J. M. S. 2019. Early contribution of Alexandria medical school to the anatomy, physiology and pathology of the nervous system. *Rev. Neurol.* 175:119–25. doi: 10.1016/j.neurol.2018.04.011
5. Ferry, G. 2018. A woman's place Anna Morandi: anatomist of enlightenment Bologna. *Lancet* 392:375. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31661-1

פורסם אונליין: 28 בפברואר 2023

עורך: Ajithkumar Vasanthakumar

מנחות מדעיות: Priya Ranjit Bhosale and Jean Calleja-Agius

ציטוט: Stanford K, Rutland S, Sturrock CJ and Rutland CS (2023) חשיבותה של אנטומיה *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.546763-he

תורגם והותאם מ: Stanford K, Rutland S, Sturrock CJ and Rutland CS (2020) The Importance of Anatomy. *Front. Young Minds* 8:546763. doi: 10.3389/frym.2020.546763

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

**COPYRIGHT** © 2020 © 2023 Stanford, Rutland, Sturrock and Rutland. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

## סוקרים צעירים

### AMELIE, גיל: 12

השתתפתי בפעילויות פרונטירז – מדע לצעירים בשנתיים האחרונות. סקירת מאמרים היא אחת התשוקות שלי, כמו גם קריאה, ציור, רישום וכתובה. דרך קריאת המאמרים המדעיים, למדתי הרבה על בריאות וחולי. אני אוהבת לטייל, והחיה האהובה עליי היא פנגולין.

### HRISHIKA, גיל: 12

אני הרישיקה, אוהבת חיות. אני אוהבת לקרוא ספרים ריאליסטיים, ורוצה להיות רופאה כשאגדל.

### PRIYANKA, גיל: 12

קוראים לי פְּרִינְקָה ואני נהנית לקרוא, לצייר ולדמיין סיפורים יצירתיים על פנטזיה וקסמים. החיות האהובות עליי הן דרקונים ונחשים, וזוחלים אחרים. כשאגדל, ארצה להיות סופרת ומאירת של ספרי ילדים.

## הכותבים

### KELLY STANFORD

קלי היא מתקשרת מדע ממנצ'סטר, ואומנית שחוקרת כיום כיצד אומנות ומשחקים יכולים לשמש ככלים להנגשת מדע, כחלק מתואר שני באוניברסיטת הול. היא שיתפה פעולה עם חוקרים בכל רחבי העולם, ויצרה פרויקטים רב-תחומיים שמשמשים לתקשור מדע לציבור הרחב, ומעוררים השראה בקרב אנשים להיות מעורבים בנושאים של מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (STEM).

### SHARON RUTLAND

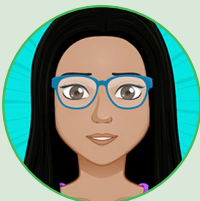
אני מורה ולימדתי אנשים צעירים בבתי ספר במשך יותר מ-20 שנים. אני גם מגיחה ועורכת משנה מקצועית, ולאחרונה כתבתי את נובלת הילדים הראשונה שלי. יש לי שני ילדים, ג'ושוע וארין, שאוהבים ללמוד על חיות ומדע. בזמני הפנוי, אני נהנית לשחק טניס כדי להישאר בכוסר ולשמור על הבריאות.

### CRAIG J. STURROCK

אני מנהל שותף של מתקן האוספילד באוניברסיטת נוטינגהם, עם יותר מ-15 שנות ניסיון בשימוש בטומוגרפיה ממוחשבת של רנטגן. בתור חוקר ראשי, חלק גדול מעבודתי הוא שימוש בשיטות חדשניות לניתוח תמונה למדידת מבנים מיקרוסקופיים וביו-חומרים שנעים מעצמות של חיות ועד לאדמות ולשורשי צמחים. אני אוהב לעבוד עם הטכנולוגיות העכשוויות ביותר במטרה להבין את הפלאים של העולם הטבעי. גלו עוד כאן: <https://www.nottingham.ac.uk/microct/> <sup>†</sup>[orcid.org/0000-0002-5333-8502](https://orcid.org/0000-0002-5333-8502).

### CATRIN SIAN RUTLAND

אני פרופסורית לאנטומיה וגנטיקה התפתחותית באוניברסיטת נוטינגהם, וחברת מדיה באיגוד המדע הבריטי לשנת 2019. אני מובילה קבוצה של מדענים חוקרים שבוחנים מדוע אנשים וחיות סובלים





מהפרעות בלב ובכלי הדם, ומחפשים שיטות לאתר הפרעות אלה, למנוע אותן ולרפאן. התאהבתי באנטומיה כשהייתי צעירה מאוד, כשההורים שלי נתנו לי ספר אנטומיה לקריאה. הוריי ומוריי עודדו אותי ללמוד מדע ואנטומיה. אני בת מזל על כך שאני יכולה ללמד אנטומיה ולחקור תחום זה כל יום. אני גם נהנית לטייל ולכתוב מדע בדיוני. [\\*catrin.rutland@nottingham.ac.uk](mailto:catrin.rutland@nottingham.ac.uk) <sup>†</sup>[orcid.org/0000-0002-2009-4898](https://orcid.org/0000-0002-2009-4898)

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים  
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس  
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK